

**JP2002355238**

**Title:  
BLINK DETECTOR**

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a blink detector which can stably detect the number of blinks suppressing individual difference of blink detection generated by observers and variation of detection accuracy generated by various factors during detection. **SOLUTION:** When the detecting part 4 of this blink detector detects a blink, the maximum value of quantity of reflection light is updated to the quantity at that time. When the detecting part 4 detects no blink, the minimum value of quantity of reflection light is updated to the quantity at that time. Like that, because the maximum and minimum values of quantity of reflection light to be important factors for judging existence of blinks change from moment to moment corresponding to changes of quantity of reflection light captured by the blink sensor, blinks can be correctly detected.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-355238  
(P2002-355238A)

(43) 公開日 平成14年12月10日 (2002. 12. 10)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テームト* (参考)  |
|---------------------------|------|---------------|-------------|
| A 6 1 B 5/16              |      | A 6 1 B 5/16  | 3 D 0 3 7   |
| B 6 0 K 28/06             |      | B 6 0 K 28/06 | A 4 C 0 3 8 |
| G 0 2 C 9/00              |      | G 0 2 C 9/00  |             |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-163324(P2001-163324)

(22) 出願日 平成13年5月30日 (2001. 5. 30)

(71) 出願人 000004352  
日本放送協会  
東京都渋谷区神南2丁目2番1号  
(71) 出願人 000210207  
竹井機器工業株式会社  
新潟県中蒲原郡小須戸町大字矢代田619番地  
(72) 発明者 山田 光穂  
東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内  
(74) 代理人 100080089  
弁理士 牛木 護

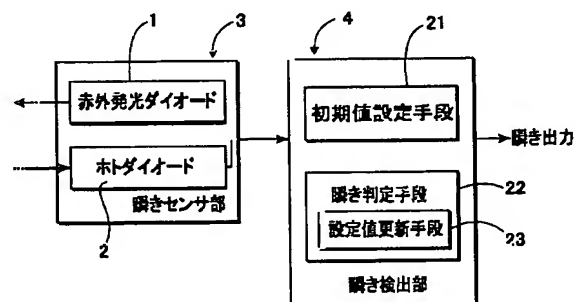
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 瞬き検出装置

(57) 【要約】

【課題】 観察者個々に生じる瞬き検出の個人差や、検出中に様々な要因で生じる検出精度の変動を抑え、安定した瞬き検出を行なう。

【解決手段】 瞬き検出部4が瞬きをしていると検出した場合は、反射光量の最大値をそのときの反射光量の値に更新する。また、瞬き検出部4が瞬きをしていないと検出した場合は、反射光量の最小値をそのときの反射光量の値に更新する。このように、瞬きの有無を判断する上で重要な要素となる反射光量の最大値や最小値が、瞬きセンサ部で捕えた反射光量の変化に応じて時々刻々と変化するので、正しく瞬き検出を行なうことが可能になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 観察者の目に赤外線を照射し、その反射光量の変化を捕えて検出信号を出力する瞬きセンサ部と、この瞬きセンサ部からの検出信号に基づき瞬きを検出する瞬き検出部とを備えた瞬き検出装置において、前記瞬き検出部は、反射光量の変化が増加している場合、そのときの反射光量の値と反射光量の最小値とを比較した値が、予め決められた反射光量差以上であれば、瞬きしていると検出して反射光量の最大値を更新する一方で、反射光量の変化が減少している場合、そのときの反射光量の値と反射光量の最大値とを比較した値が、予め決められた反射光量差以上であれば、瞬きしていないと検出して反射光量の最小値を更新するものであることを特徴とする瞬き検出装置。

【請求項2】 瞬きしていると検出した後の反射光量の変化が減少している場合、そのときの反射光量の値と反射光量の最大値とを比較した値が、前記予め決められた反射光量差以下であれば無視すると共に、瞬きしていないと検出した後の反射光量の変化が増加している場合、そのときの反射光量の値と反射光量の最小値とを比較した値が、前記予め決められた反射光量差以下であれば無視するように前記瞬き検出部を構成したことを特徴とする請求項1記載の瞬き検出装置。

【請求項3】 前記瞬き検出部は、複数波形分前の瞬き時における反射光量の変化から反射光量の差の平均値を算出し、その平均値に対し20～80%の幅を有する値で、前記予め決められた反射光量差を更新するものであることを特徴とする請求項1記載の瞬き検出装置。

【請求項4】 前記瞬きセンサ部をメガネフレームに装着したことを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の瞬き検出装置。

【請求項5】 前記瞬きセンサ部を単眼用または両眼用ヘッドマウントディスプレイに装着したことを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の瞬き検出装置。

【請求項6】 前記瞬きセンサ部または前記瞬き検出部からの出力を無線で伝送するように構成したことを特徴とする請求項4または5記載の瞬き検出装置

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、心理特性の分析や各種機器の瞬きによる操作を実現するための瞬き検出装置に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】従来、この種の瞬き検出装置としては、眼に弱い赤外線を照射してその反射光を受光手段で検出する方式のものが知られている。これは例えば図8に示すように、投光手段である赤外発光ダイオード1と、受光手段であるホトダイオード2とを並設した瞬きセンサ部3の他に、この瞬きセンサ部3からの検出信号により観察者の瞬きを検出して出力する瞬き

検出部4を備えて構成される。瞬きセンサ部3は、赤外発光ダイオード1からの弱い赤外線を眼Eに照射したときに、ホトダイオード2が受光した反射光量を電気的な検出信号に変換して瞬き検出部4に出力しており、上瞼S1を下瞼S2側に閉じたときのホトダイオード2の反射光量と、上瞼S1を開けたときのホトダイオード2の反射光量が大きく変化する現象を利用して、瞬き検出部4が瞬きの有無を検出している。

【0003】それ以外にも、瞬きを検出する装置としては、例えば特開平11-242744号公報や特開2000-339438号公報に開示されるような、瞼の変化を画像処理により検出する方式や、例えば特開平10-11675号公報に開示されるような、瞬き動作に伴う目の周辺の歪みを検出する方式や、眼に生体用電極を装着し、瞬きによって生じる筋肉電位の変化を検出する方式がある。特に前記画像処理による検出方式は、図9に示すように、眼Eを赤外線により照明するリング状の赤外光源11と、この赤外光源11の中心部に対物レンズ12を配置した撮像装置としてのカメラ13とを備え、眼Eの動きをカメラ13で撮影することにより、図10(A)に示す眼Eを開けたときの画像と、図10(B)に示す眼Eを閉じたときの画像の変化により、瞬きの有無を検出するようにしている。また、この画像処理による検出方式は、赤外光源11などの照明部やカメラ13の配置、形状に関し、図9に示すもの以外で様々なものが考えられている。しかし、こうした各種方式のものは、装置が大掛かりなものとなって製造価格が上昇する傾向にある。

【0004】前記図8に示すように、眼Eに弱い赤外線を当てて、その反射光量の変化をホトダイオード2で捕えて、瞬き検出部4で瞬きを検出する方式は、1式あたりの製造価格が兼価にでき、瞬き検出装置としてすぐれた方式である。しかし、赤外光の反射光量の変化を利用しているため、観察者の肌の色によって反射光量が異なる、角膜表面の乾き具合によって瞼との光量差が変化する、メガネフレームの位置がずれると、このメガネフレームに装着した瞬きセンサ部3の位置が変化する、メガネレンズや立体メガネのフィルター越しに検出すると、瞬きセンサ部3で捕える反射光量の変化が極端に小さくなる、等の問題が生じていた。そのために観察者毎、若しくはメガネ装着の有無などによって、個別に調整を行なう必要があった。

【0005】本発明は、このような問題点を解決しようとするもので、観察者個々に生じる瞬き検出の個人差や、検出中に様々な要因で生じる検出精度の変動を抑え、安定した瞬き検出を可能にする瞬き検出装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の瞬き検出装置は、前記目的を達成するために、観察者の目に赤外線を照射し、その反射光量の変化を捕えて検出信号を

出力する瞬きセンサ部と、この瞬きセンサ部からの検出信号に基づき瞬きを検出する瞬き検出部とを備えた瞬き検出装置において、反射光量の変化が増加している場合、そのときの反射光量の値と反射光量の最小値とを比較した値が、予め決められた反射光量差以上であれば、瞬きしていると検出して反射光量の最大値を更新する一方で、反射光量の変化が減少している場合、そのときの反射光量の値と反射光量の最大値とを比較した値が、予め決められた反射光量差以上であれば、瞬きしていないと検出して反射光量の最小値を更新するように、前記瞬き検出部を構成している。

【0007】このようにすると、瞬き検出部が瞬きをしていると検出した場合は、反射光量の最大値をそのときの反射光量の値に更新する。また、瞬き検出部が瞬きをしていないと検出した場合は、反射光量の最小値をそのときの反射光量の値に更新する。このように、瞬きの有無を判断する上で重要な要素となる反射光量の最大値や最小値が、瞬きセンサ部で捕えた反射光量の変化に応じて時々刻々と変化するので、特に瞬きをしていないときの反射光量の基線が変動したり、瞬きを行なう毎に反射光量の振幅が変動する場合でも、正しく瞬き検出を行なうことが可能になる。

【0008】請求項2の発明は、請求項1の瞬き検出装置において、瞬きしていると検出した後の反射光量の変化が減少している場合、そのときの反射光量の値と反射光量の最大値とを比較した値が、前記予め決められた反射光量差以下であれば無視すると共に、瞬きをしていないと検出した後の反射光量の変化が増加している場合、そのときの反射光量の値と反射光量の最小値とを比較した値が、前記予め決められた反射光量差以下であれば無視するように前記瞬き検出部を構成している。

【0009】このようにすると、瞬きしていると検出した後で、反射光量の変化が減少している場合に、そのときの反射光量の値と反射光量の最大値とを比較した値が反射光量差に達するまでは、これを無視して瞬きをしているものとし、逆に、瞬きをしていないと検出した後で、反射光量の変化が増加している場合にも、そのときの反射光量の値と反射光量の最小値とを比較した値が反射光量差に達するまでは、これを無視して瞬きをしていないものとするので、瞬きセンサ部からの検出信号にノイズが混入して、反射光量が細かく増減していても、これを無視して正確な瞬き検出を行なうことが可能になる。

【0010】請求項3の発明は、請求項1の瞬き検出装置において、前記瞬き検出部は、複数波形分前の瞬き時における反射光量の変化から反射光量の差の平均値を算出し、その平均値に対し20～80%の幅を有する値で、前記予め決められた反射光量差を更新するものであることを特徴とする。

【0011】このようにすると、複数波形分前の直近の瞬き検出時における反射光量の変化に基づき、反射光量

差を随時更新しているため、反射光量に大きな振幅の変化があっても、反射光量差がそれに応じて変動し、良好な瞬き検出を行なうことが可能になる。

【0012】請求項4の発明は、請求項1～3のいずれか一つの瞬き検出装置において、前記瞬きセンサ部をメガネフレームに装着して構成される。

【0013】このようにすると、メガネフレームに瞬きセンサ部を装着した状態で、観察者に対する瞬き検出を行なうことができるので、瞬き検出部で得られた瞬きの検出結果を、情報の入力デバイス若しくは居眠りや興味など心理状態の評価に用いることができる。

【0014】請求項5の発明は、請求項1～3のいずれか一つの瞬き検出装置において、前記瞬きセンサ部を単眼用または両眼用ヘッドマウントディスプレイに装着して構成される。

【0015】このようにすると、単眼用または両眼用ヘッドマウントディスプレイに瞬きセンサ部を装着した状態で、観察者に対する瞬き検出を行なうことができるので、瞬き検出部で得られた瞬きの検出結果を、情報の入力デバイス若しくは居眠りや興味など心理状態の評価に用いることができる。

【0016】請求項6の発明は、請求項4または5の瞬き検出装置において、前記瞬きセンサ部または前記瞬き検出部からの出力を無線で伝送するように構成している。

【0017】このようにすると、接続手段としてケーブルを用いなくても、瞬きセンサ部または瞬き検出部からの出力を無線で伝送することが可能になる。

【0018】

【発明の実施形態】以下、本発明における瞬き検出装置の各実施例を、添付図面を参照しながら説明する。図1～図5は、本発明の第1実施例を示すもので、装置の全体構成をあらわした図1において、瞬きセンサ部3としての構成は、従来例の図8に示すものと全く同一で、これは投光手段である赤外発光ダイオード1と、受光手段であるホトダイオード2とを並設して構成される。そして瞬きセンサ部3は、赤外発光ダイオード1から弱い赤外線を目Eに照射し、その反射光量の変化をホトダイオード2で捕えて、電気的な検出信号として瞬き検出部4に出力する機能を有する。

【0019】一方、瞬き検出部4は、本発明の特徴となる後述するアルゴリズムに従って観察者の瞬きを検出し出力する機能を備えている。こうした機能を具体化する手段として、瞬き検出部4は、最初に観察者を意識的に瞬きさせることで、そのときの反射光量の変化に基づき、瞬きの有無を判定する際の基準となる反射光量差 $\Delta V$ 、反射光量の最小値 $D_{min}$ 、および反射光量の最大値 $D_{max}$ の各値を、それぞれ観察者に適切な初期値として設定する初期値設定手段21と、2回目以降の測定で観察者が瞬きを行なっているか否かを判定する瞬き判定手段

22とを備えて構成される。この瞬き判定手段22には、後述するアルゴリズムに基づく所定の条件に合致したときに、反射光量差 $\Delta V$ 、反射光量の最小値 $D_{min}$ または反射光量の最大値 $D_{max}$ を更新する設定値更新手段23を備えているが、具体的な更新の手順については後程詳述する。

【0020】つぎに、上記構成について、その作用を図2に示すフローチャートに基づいて説明する。まず、赤外発光ダイオード1とホトダイオード2が観察者の眼Eに向き合う状態に瞬きセンサ部3を装着し、最初は観察者を意識的に瞬きさせて、そのときの瞬きセンサ部3からの検出信号を瞬き検出部4に取り込む（ステップS1）。このとき、上瞼S1を開けていると、赤外発光ダイオード1からの赤外光が主に眼球に反射してホトダイオード2に戻ってくるが、上瞼S1を下瞼S2側に閉じると、赤外発光ダイオード1からの赤外光が、主に上瞼S1に反射してホトダイオード2に戻ってくる。つまり、赤外光の反射面に占める肌（上瞼S1）の割合は、眼Eを閉じた時のほうが大きくなるが、肌の反射率は眼球の反射率に比べて小さいため、眼Eを開けている状態では、ホトダイオード2の捕える反射光量が相対的に低下して検出信号の電圧レベルが低くなり、逆に眼Eを閉じている状態では、ホトダイオード2の捕える反射光量が相対的に増加して検出信号の電圧レベルが高くなる。

【0021】こうして、瞬きセンサ部3から検出信号を入力すると、瞬き検出部4は次のステップS2において最初の測定であれば、この瞬き時における反射光量ひいては検出信号の電圧レベルの違いをもとに、予め実験で決めたデータから、瞬きの有無を示す反射光量差 $\Delta V$ と、瞬きセンサ部3からのセンサ出力すなわち反射光量の最小値 $D_{min}$ と、瞬きセンサ部3からのセンサ出力すなわち反射光量の最大値 $D_{max}$ の各初期値を、初期値設定手段21にてそれぞれ設定し（ステップS3）、ステップS1の手順に戻る。一般に、瞬き時における反射光量の変化が大きければ、それに比例して反射光量差 $\Delta V$ は大きな値となる。瞬き検出部4は、瞬きセンサ部3から出力される検出信号を一定時間毎に瞬きデータとして取り込むが、2回目以降の瞬きデータについては、ステップS3の手順を通らずに、瞬き判定手段22が行なうステップS4以降の手順で、現時刻（ $t_i$ ）で取り込んだ現データ $D(t_i)$ と、前回（ $t_{i-1}$ ）のときに取り込んだ前データ $D(t_{i-1})$ との比較を行なう。

【0022】このステップS4において、瞬きセンサ部3から取り込んだ現データ $D(t_i)$ の値が前データ $D(t_{i-1})$ の値と等しいかまたはそれ以上で、 $D(t_i) \geq D(t_{i-1})$ なる関係が成立する場合、すなわちホトダイオード2で捕えた反射光量の変化が増加している場合は、ステップS5の手順に移行して、このときの現データ $D(t_i)$ の値から反射光量の最小値 $D_{min}$ を差し引いた値 $D(t_i) - D_{min}$ が、予め決められた反射光量差 $\Delta V$

V以上であるか否かを判定する。そして、この現データ $D(t_i)$ と反射光量の最小値 $D_{min}$ とを比較した値 $D(t_i) - D_{min}$ が、反射光量差 $\Delta V$ 以上である場合には、次のステップS6にて眼Eを閉じた瞬き状態であると判定し、設定値更新手段23にて反射光量の最大値 $D_{max}$ を現データ $D(t_i)$ の値に更新する。それと共に、ステップS9の手順に進み、設定値更新手段23にて現時点より2～3回前の瞬き検出時における瞬きデータの波形変化を用いて、各瞬き検出時の反射光量の最大値 $D_{max}$ と最小値 $D_{min}$ との差 $D_{max} - D_{min}$ から、その平均値を算出し、反射光量差 $\Delta V$ を更新する。このとき更新した反射光量差 $\Delta V$ の値は、前記反射光量の差 $D_{max} - D_{min}$ の平均値に対し、所定の掛け率を掛け合わせた20～80%程度の値となる。また、この掛け率は、各瞬き検出時における瞬きデータの波形が安定化している程高くなる。反射光量差 $\Delta V$ の更新が終了すると、ステップS1の手順に戻って次の瞬きデータを瞬きセンサ部3より取り込む。

【0023】一方、前記ステップS4において、瞬きセンサ部3から取り込んだ現データ $D(t_i)$ の値が前データ $D(t_{i-1})$ の値よりも小さく、 $D(t_i) < D(t_{i-1})$ なる関係が成立する場合、すなわちホトダイオード2で捕えた反射光量の変化が減少している場合は、ステップS7の手順に移行して、反射光量の最大値 $D_{max}$ から現データ $D(t_i)$ の値を差し引いた値 $D_{max} - D(t_i)$ が、予め決められた反射光量差 $\Delta V$ 以上であるか否かを判定する。そして、反射光量の最大値と現データ $D(t_i)$ とを比較した値 $D_{max} - D(t_i)$ が、反射光量差 $\Delta V$ 以上である場合には、次のステップS8にて眼Eを開けた瞬きをしていない状態であると判定し、設定値更新手段23にて反射光量の最小値 $D_{min}$ を現データ $D(t_i)$ の値に更新する。それと共に、ステップS9の手順に進み、前述したように反射光量差 $\Delta V$ を更新する。この場合も、反射光量差 $\Delta V$ の更新が終了すると、ステップS1の手順に戻って次の瞬きデータを瞬きセンサ部3より取り込む。

【0024】次に、上記構成により瞬きを良好に検出できるようにになった例を図3～図5の各波形図で、また従来の瞬き検出の例を図11に説明する。これらの各図はいずれも、上段に時間経過に伴う瞬きセンサ部3からの検出信号の電圧レベルが示されていると共に、下段に瞬き検出部4からの瞬き出力（ONは瞬きの状態、OFFは瞬きをしていない状態）が示されている。

【0025】図11は、従来の瞬きの検出例を示している。この図から分かるように、ホトダイオード2で捕えた反射光量はそのp-p（ピーク－ピーク）値、最大値 $D_{max}$ 、および最小値 $D_{min}$ が時々刻々変化している。従来は反射光量差 $\Delta V$ 値が固定であったため、睫毛等の反射でAの区間の様に光量に小さなピークが生じて電圧変動が小さくなった場合、瞬きの状態（ON）から瞬きをして

いない状態 (OFF) を正しく検出できない。

【0026】これに対して図3は、本実施例における瞬きの検出例を示すもので、ホトダイオード2が捕えた瞬きをしていないときの反射光量の基線Gと、瞬き時における振幅の各変化に変動がある場合を示している。前者の基線Gの変化は、ホトダイオード2が赤外光の反射光量の変化を検出しているために、周囲の背景光量の変化や、角膜表面の乾き具合の変化や、観察者が光源の方向に顔を向けたときなどに生じやすい。また、後者の瞬き時における振幅変化は、角膜表面の乾きや、瞬きセンサ部の位置ずれにより生じやすい。本実施例では、瞬き検出部4が前記ステップS6において瞬きと判定した場合、またはステップS8において瞬きしていないと判定する毎に、反射光量の最大値Dmax若しくは最小値Dminを随時更新するようにしているため、基線Gの電圧レベルが上昇すれば反射光量の最小値Dminも上昇し、基線Gの電圧レベルが下降すれば反射光量の最小値Dminも下降して、瞬き検出を行う上で基線Gの変動による影響を受けない。また、反射光量の最大値Dmaxについても、瞬き検出時における反射光量のピーク値が高くなれば、その分高い値に更新され、逆に瞬き検出時における反射光量のピーク値が低くなれば、その分低い値に更新される。それと共に、前記ステップS9では2〜3回前の直近の瞬き検出時における瞬きデータを用いて、反射光量差 $\Delta V$ を更新しているため、後者の振幅変化に対しても良好な瞬き検出が可能となる。

【0027】図4は、同じく本実施例において、それぞれの瞬き検出時において、反射光量に大きな振幅の変化がある場合を示している。なおこの図では、時間もが進むに従って、反射光量差 $\Delta V$ がどのように変化しているのかを一点鎖線でわかりやすく示している。この図からも明らかなように、瞬き検出時における反射光量の変動がそれまでのものよりもある程度大きくなると、前述の掛け率との関係にも依るが、相対的に反射光量差 $\Delta V$ は大きな値に更新され、逆に瞬き検出時における反射光量の変動がそれまでのものよりもある程度小さくなると、相対的に反射光量差 $\Delta V$ は大きな値に更新される。このように、2〜3回前の直近の瞬き検出時における瞬きデータを用いて、反射光量差 $\Delta V$ を更新しているため、反射光量に大きな振幅の変化があっても、反射光量差 $\Delta V$ がそれに応じて変動し、良好な瞬き検出を行なうことが可能になる。

【0028】さらに図5は、瞬きセンサ部3からの検出信号にノイズが混入している場合を示している。こうしたノイズは、睫毛や化粧の乱反射や、回路系のノイズ等により生じやすいが、取り込んだ現データD(ti)の値と、反射光量の最大値Dmaxまたは最小値Dminとの間の差が、反射光量差 $\Delta V$ 以下の変動であり、容易に除去される。したがって、ノイズによる瞬きの誤検出もない。

【0029】以上のように本実施例によれば、観察者の

目に赤外線を照射し、その反射光量の変化を捕えて検出信号を出力する瞬きセンサ部3と、この瞬きセンサ部3からの検出信号に基づき瞬きを検出する瞬き検出部4とを備えた瞬き検出装置において、現時点で取り込んだ反射光量の値D(ti)と、その前に取り込んだ反射光量の値D(ti-1)とを比較し、瞬きセンサ部3が捕えた反射光量の変化が増加している場合は、そのときの反射光量の値D(ti)と反射光量の最小値Dminとを比較した値が、予め決められた反射光量差 $\Delta V$ 以上であれば、瞬きしていると検出して反射光量の最大値Dmaxを更新する一方で、反射光量の変化が減少している場合は、そのときの反射光量の値D(ti)と反射光量の最大値Dmaxとを比較した値が、予め決められた反射光量差 $\Delta V$ 以上であれば、瞬きしていないと検出して反射光量の最小値Dminを更新するように、瞬き検出部4を構成している。

【0030】このようにすると、瞬き検出部4が瞬きをしていると検出した場合は、反射光量の最大値Dmaxをそのときの反射光量の値D(ti)に更新する。また、瞬き検出部4が瞬きをしていないと検出した場合は、反射光量の最小値Dminをそのときの反射光量の値D(ti)に更新する。このように、瞬きの有無を判断する上で重要な要素となる反射光量の最大値Dmaxや最小値Dminが、瞬きセンサ部3で捕えた反射光量の変化に応じて時々刻々と変化するもので、特に瞬きをしていないときの反射光量の基線Gが変動したり、瞬きを行なう毎に反射光量の振幅が変動する場合でも、正しく瞬き検出を行なうことが可能になる。したがって、観察者個々に生じる瞬き検出の個人差や、検出中に様々な要因で生じる検出精度の変動を抑え、安定した瞬き検出を行なうことができる。

【0031】また、本実施例の瞬き検出部4は、瞬きしていると検出した後の反射光量の変化が減少している場合、そのときの反射光量の値D(ti)と反射光量の最大値Dmaxとを比較した値が、予め決められた反射光量差 $\Delta V$ 以下であれば、それを無視すると共に、瞬きしていないと検出した後の反射光量の変化が増加している場合、そのときの反射光量の値D(ti)と反射光量の最小値Dminとを比較した値が、予め決められた反射光量差以下であれば、それを無視するよう構成している。

【0032】このようにすると、瞬きしていると検出した後で、反射光量の変化が減少している場合に、そのときの反射光量の値D(ti)と反射光量の最大値Dmaxとを比較した値が反射光量差 $\Delta V$ に達するまでは、これを無視して瞬きをしているものとし、逆に、瞬きしていないと検出した後で、反射光量の変化が増加している場合にも、そのときの反射光量の値D(ti)と反射光量の最小値Dminとを比較した値が反射光量差 $\Delta V$ に達するまでは、これを無視して瞬きをしていないものとするので、瞬きセンサ部3からの検出信号にノイズが混入して、反射光量が細かく増減していても、これを無視して

正確な瞬き検出を行なうことが可能になる。

【0033】さらに本実施例では、複数波形分前の瞬き時における反射光量の変化から反射光量の差の平均値を算出し、その平均値に対し20～80%の幅を有する値で、前記予め決められた反射光量差を更新するように、瞬き検出部4を構成している。

【0034】このようにすると、複数波形分前の直近の瞬き検出時における反射光量の変化に基づき、反射光量差 $\Delta V$ を随時更新しているため、反射光量に大きな振幅の変化があっても、反射光量差 $\Delta V$ がそれに応じて変動し、良好な瞬き検出を行なうことが可能になる。

【0035】次に、本発明の第2実施例を図6に基づき説明する。この第2実施例は、前記第1実施例で提案した瞬き検出装置において、瞬きセンサ部3をメガネフレーム21に取り付けており、ここではメガネフレーム21に保持されたいずれか一方のレンズ部22を通過して、ホトダイオード2が反射光量を受光するようになっている。メガネフレーム21は、自由に方向の調整できる可撓性のフレキシブルアーム23を用いており、観察者の目の方向に瞬きセンサ部3を簡単に向けることができる。また、瞬きセンサ部3と瞬き検出部4は、ケーブル24にて接続される。なお、図示しないクリップ等を用いてメガネフレーム21に瞬きセンサ部3を挟むことも可能である。

【0036】このように瞬きセンサ部3をメガネフレーム21に装着することで、メガネフレーム21に瞬きセンサ部3を装着した状態で、観察者に対する瞬き検出を行なうことができる。したがって、瞬き検出部4で得られた瞬きの検出結果を、情報の入力デバイス若しくは居眠りや興味など心理状態の評価に用いることができる。

【0037】図7は、本発明の第3実施例を示すものである。これは、前記第1実施例で提案した瞬き検出装置において、瞬きセンサ部3を単眼用ヘッドマウントディスプレイ(HMD)31に装着したものである。このHMD31は、観察者の頭部への装着部32と、観察者の眼Eに対向した位置に設けられる表示装置33とを備え、この表示装置33と瞬きセンサ部3が一体的に設けられる。なお、ここでは単眼用のHMD31を示したが、両眼用のHMD31にも勿論使用可能である。瞬き検出部4からの出力によって、表示装置33を見ながら瞬き動作をマウスのクリック代わりに用いたり、表示装置33への集中度の評価などに用いることができる。

【0038】このように瞬きセンサ部3を単眼用または両眼用のHMD31に装着することで、単眼用または両眼用のHMD31に瞬きセンサ部3を装着した状態で、観察者に対する瞬き検出を行なうことができる。したがって、瞬き検出部4で得られた瞬きの検出結果を、情報の入力デバイス若しくは居眠りや興味など心理状態の評価に用いることができる。

【0039】さらに、上記第2および第3実施例において、瞬きセンサ部3に駆動電源としての電池を内蔵さ

せ、無線で出力を送信することも可能である。これにより接続手段としてケーブルを用いなくても、瞬きセンサ部3からの検出信号を無線で伝送することが可能になる。また、瞬きセンサ部3のみならず、瞬き検出部4もメガネフレーム21やHMD31に装着してもよい。その場合、瞬き検出部4からの出力を無線で伝送するようにすれば、接続手段としてケーブルを用いなくても、瞬き検出部4からの検出信号を無線で伝送することが可能になる。

【0040】なお、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、種々の変形実施が可能である。

【0041】

【発明の効果】請求項1の瞬き検出装置によれば、観察者個々に生じる瞬き検出の個人差や、検出中に様々な要因で生じる検出精度の変動を抑え、安定した瞬き検出が可能にできる。

【0042】請求項2の瞬き検出装置によれば、瞬きセンサ部からの検出信号にノイズが混入していても、これを無視して正確な瞬き検出を行なうことが可能になる。

【0043】請求項3の瞬き検出装置によれば、反射光量に大きな振幅の変化があっても、良好な瞬き検出を行なうことが可能になる。

【0044】請求項4の瞬き検出装置によれば、瞬き検出部で得られた瞬きの検出結果を、情報の入力デバイス若しくは居眠りや興味など心理状態の評価に用いることができる。

【0045】請求項5の瞬き検出装置によれば、瞬き検出部で得られた瞬きの検出結果を、情報の入力デバイス若しくは居眠りや興味など心理状態の評価に用いることができる。

【0046】請求項6の瞬き検出装置によれば、接続手段としてケーブルを用いなくても、瞬きセンサ部または瞬き検出部からの出力を無線で伝送できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示すもので、瞬き検出装置の機能的な構成をあらわしたブロック図である。

【図2】同上瞬き検出部における動作手順を示すフローチャートである。

【図3】同上反射光量の基線と振幅変化に変動がある場合の、検出信号の電圧レベルと瞬きの検知状態とを示す波形図である。

【図4】同上反射光量の振幅変化が大きく変動する場合の、検出信号の電圧レベルと瞬きの検知状態とを示す波形図である。

【図5】同上ノイズが混入している場合の、検出信号の電圧レベルと瞬きの検知状態とを示す波形図である。

【図6】本発明の第2実施例を示すもので、瞬きセンサ部をメガネフレームに取り付けた状態を示す斜視図である。

【図7】本発明の第3実施例を示すもので、瞬きセンサ

部を単眼用ヘッドマウントディスプレイに取り付けた状態を示す正面図である。

【図8】従来例における目に弱い赤外線照射して瞬きを検出する装置の概略説明図である。

【図9】別の従来例における画像処理により瞬きを検出する装置の概略説明図である。

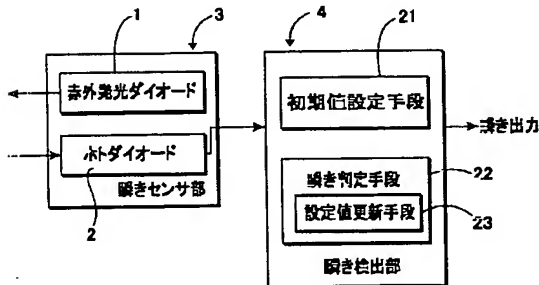
【図10】図9に置ける装置の画像を示し、(A)は眼を開いたときの状態、(B)は目を閉じたときの状態を示す図である。

【図11】従来の瞬きの検出例における検出信号の電圧レベルと瞬きの検知状態とを示す波形図である。

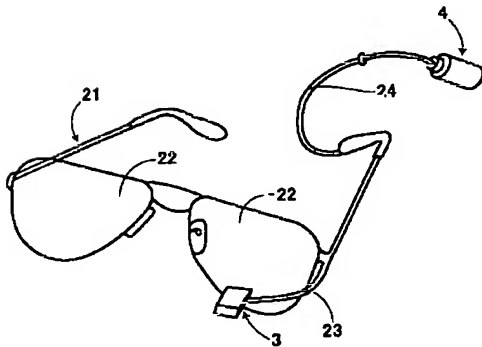
【符号の説明】

- 3 瞬きセンサ部
- 4 瞬き検出部
- 21 メガネフレーム
- 31 ヘッドマウントディスプレイ

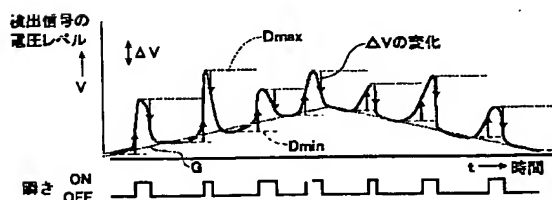
【図1】



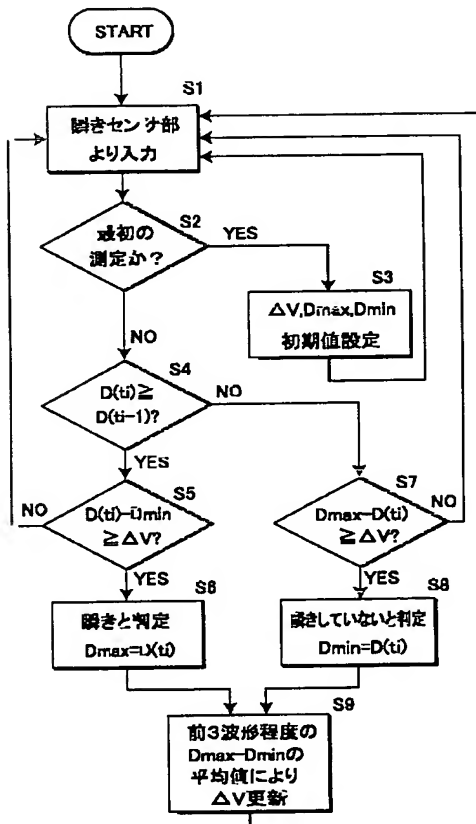
【図6】



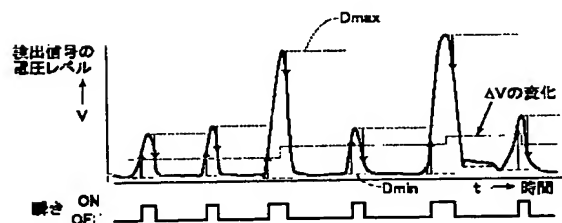
【図3】



【図2】

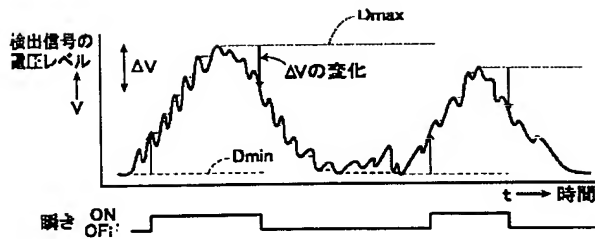


【図4】

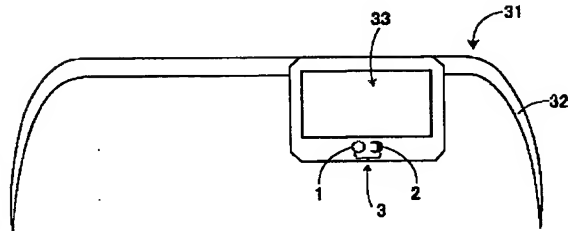




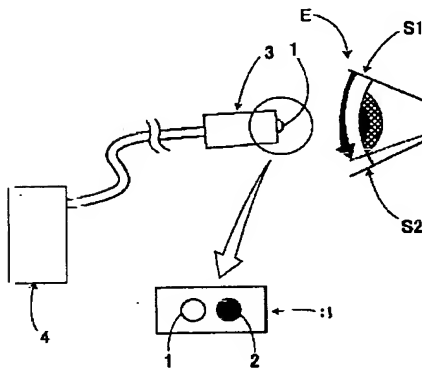
【図5】



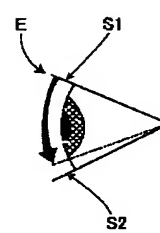
【図7】



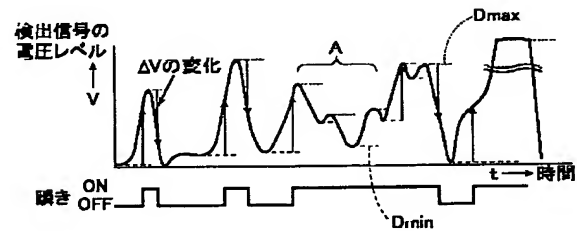
【図8】



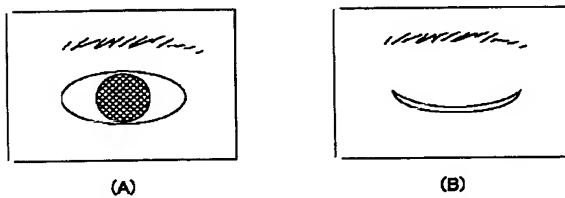
【図9】



【図11】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 山之上 裕一  
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内  
(72)発明者 奥井 誠人  
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 竹井 顕一郎  
新潟県中蒲原郡小須戸町大字矢代田619番地 竹井機器工業株式会社内  
Fターム(参考) 3D037 FA09  
4C038 PP03 PP05 PR01 PS07